

Takarmánynövények ásványi összetételét befolyásoló belső és külső tényezők vizsgálata

TÖLGYESI GYÖRGY és HARASZTI EDE

Állatorvostudományi Egyetem, Budapest

Előző munkáink [4, 5, 6, 18] folytatásaként a szarvasmarha takarmányozásában fontos helyet betöltő lucerna, kukoricacsalamádé és legelőfű ásványi összetételét vizsgáltuk eltérő talajon NPK- és mikroelem-trágyázás hatására. Célunk volt megállapítani a növényfaj, a talaj és a trágyázás hatását külön-külön és együttesen is. Ezzel az ásványianyag-tartalom befolyásolásának gyakorlati lehetőségeit és korlátait mutatjuk be. A kedvező beltartalmú takarmánynövények termelésekor a növényfaj, a talajtípus és a trágyázás kiválasztása a legfontosabb tényezőként hat. A növényfaj filogenetikai helyzete elsőrendű belső tényező, mely a legeltérőbb ökológiai feltételek között is érzeteti hatását [12, 13, 15]. A növény örökletes képességei eltérő környezetben eltérő módon tudnak kibontakozni, ezért ugyanazon növényfaj ásványi összetétele különböző talajokon más és más lehet [2, 9, 14, 19]. Ez a hatás gyakorlatilag is jelentős. A talaj természetes tápanyagszolgáltató képességének a hatását a nagyadagú műtrágyázás hatása jóval felülmúlhatja és elfedheti, sőt hatásukra a takarmánynövények makro- és mikroelem-tartalmában kedvezőtlen változások is bekövetkezhetnek [4, 18]. A növény elemi összetételét befolyásoló tényezők közül a döntő tényezőt csak részletekre kiterjedő előtanulmányok birtokában lehet megnevezni. Az alapelvek megismerése után a nagyszámú növénytermelési kísérlet [pl.: 1, 7, 8, 10, 20] látszólag ellentmondó adatai is egységesen értelmezhetők.

Vizsgálati anyag és módszer

A kísérleteket 1967-ben a Mezőtúri Állami Gazdaság Soós-i üzemegységben és a bokodi Új Élet Termelőszövetkezet őszyep- és szántóterületén végeztük. A kísérleteket 4 sorozatban, véletlen blokk elrendezésben, 12 kezeléssel, 57,6 m²-es parcellákon négy méteres szegély alkalmazásával állítottuk be. A lucernának 100 kg/ha 34%-os pétisót, 400 kg/ha 17%-os szuperfoszfátot és 130 kg/ha 40%-os kálisót kaptak, míg a legelők és a kukoricacsalamádé ugyanazon szerekből 340 kg, 340 kg és 145 kg-ot kaptak hektáronként. Az alkalmazott mikroelemtrágyák közül az ammóniummolibdát és a kobaltklorid mennyisége 6,8—6,8 kg, a cinkszulfáté 17 kg, a mangánszulfáté 27,2 kg, míg a rézszulfáté 34 kg volt hektáronként. A kobalt-, a molibdén- és a réztrágyák adagjai a gyakorlatban alkalmazható mennyiségek felső határát jelentik. A tisztántúli-tájfajta vetőmagból származó 90—95% benőttségű lucernák másodévesek voltak. A kukoricacsalamádé *Mv 5*-ös hibrid volt. A legelőterületek eddig

rendszeresen nem trágyázott, szarvasmarhákcal hasznosított őszyepek voltak (Mezőtúr: *Alopecuretum pratensis poetosum angustifoliae*, Bokod: *Cynodonti-Poetum angustifoliae*). A műtrágyákat őszyel, a mikroelem-trágyákat oldat formájában tavasszal alkalmazták. A növényeket gazdasági érettség állapotában gyűjtötték be elemzésre. A légszáraz mintákat perklórsavas roncsolás után lángfotométerrel és kolorimetriás módszerekkel elemeztük [13]. Az adatok feldolgozásánál a Sváb, valamint HAJTMAN által javasolt módszereket alkalmaztuk [3, 11]. A talajok összes savoldható tápanyagainak forró perklórsavas feltárásból, az úgynevezett mozgékony formákat pedig egységesen 0,1 normál sósavas kivonatból határoztuk meg. Az utóbbi esetben 1 : 10 talaj oldószer arányt (szobahőmérsékleten 4 – 5-szöri felkeverés mellett) és 12 órási kioldást alkalmaztunk.

Eredmények

A növény fajának hatása az ásványi összetételre

A növény öröklött biokémiai habitusa következtében bármely környezetben olyan sajátos elemi összetételű, hogy elegendő számú elemet vizsgálva megkülönböztethető az ugyanolyan körülmények közt termelt más növényfajoktól [12, 13, 15]. Kísérleteinkben (1. táblázat) az egyszikű- és a kétszikű növényfajok a kalcium- és a réztartalmuk alapján különíthetők el, mely elemek a kétszikű lucernában szignifikánsan ($P = 0,01$) nagyobb mennyiségben vannak jelen. A lucerna nátriumot és molibdént akkumuláló növényfaj. Ezen tulajdonsága különösen szembetűnő, ha azonos talajtípuson termelt egyéb növényfajokkal hasonlítjuk össze. Így a bokodi lucerna nátrium- és molibdéntartalma nagyobb, mint a bokodi angolperjéé vagy fehér tippané. Ugyanígy a mezőtúri lucerna is szignifikánsan ($P = 0,01$) többet tartalmaz ezen elemekből, mint az ott nőtt egyszikűek.

A pázsitfűfélék (*Gramineae*) a szárazföldi lágyszárú növények közül (a savanyúfüveket: *Cyperaceae*, *Juncaceae* leszámítva) a legtöbb mangánt tartalmazzák. Ennek megfelelően azonos talajon az őszyepek vizsgált fűfajai és a kukoricacsalamádé is a lucernánál szignifikánsan ($P = 0,05$) több mangánt tartalmaztak. A fentiekből következik, hogy a mangán és a molibdén eltérő dúsulása miatt a lucerna Mn/Mo-hányadosa ugyanazon talajon mindig kisebb, mint a pázsitfűfajoké, amivel a *Gramineae* és a *Fabaceae* növényesalád kemo-taxonómiaiailag is elkülöníthető.

Ugyanazon növényesalád egyes nemzetségei között is szignifikáns különbség van egyik-másik elem felvételének mértékét tekintve. Így kísérleteinkben a bokodi *Agrostis alba* 159 ppm mangánt tartalmazott, míg ugyanott a *Lolium perenne* csak 97 ppm-et. Az előbbi faj 1,6-szor annyi mangánt vesz fel. Korábban TÖLGYESI [13] *Agrostis* és *Lolium* nemzetségek fajaiból származó mintákban 80 illetve 51 ppm átlagos mangántartalmat állapított meg, mely értékek hányadosa szintén 1,6. Ez a példa is a növények elemi összetételének viszonylagos állandóságát erősíti meg.

A talaj hatása a növény ásványi összetételére

A növényekben nagyobb koncentrációban előforduló tápelemek tekintetében kísérleteinkben a biometriai számítások nem mutattak szignifikáns

I. táblázat

Egyes takarmánynövény-fajok ásványianyag tartalmának átlagértékei
NPK és mikroelem trágyázási kísérleteinkben

	K	Ca	P	Ca/P	Mg	Na	Fe	Mn/Mo	Mn	Zn	Cu	Cu/Mo	Mo
	g/kg						mg/kg						
a) Lucerna (Mezőtúr)													
I.	9,9	11,9	1,8	6,6	3,9	1,64	47	6,5	14	22	8,5	3,9	2,16
II.	9,9	11,4	1,9		3,7	1,72	52		15	22	8,8		2,11
III.	9,8	12,0	1,8		4,1	1,52	45		12	19	8,1		2,09
a) Lucerna (Bokod)													
I.	8,2	14,1	2,1	6,7	3,9	0,68	105	159	43	25	8,2	29,3	0,28
II.	7,3	15,5	1,9		4,0	0,55	156		35	28	9,3		0,29
III.	9,0	12,9	2,4		3,5	0,77	80		50	23	7,5		0,25
b) Lolium perenne (Mezőtúr)													
I.	10,6	3,1	2,6	1,2	3,3	0,77	63	32,1	27	17	5,8	6,9	0,84
II.	9,4	2,7	2,2		2,8	0,66	59		26	11	4,7		0,90
III.	12,2	3,8	3,1		3,9	1,25	70		32	21	7,6		0,84
b) Lolium perenne (Bokod)													
I.	10,8	2,8	1,1	2,9	3,2	0,12	89	462	97	24	4,0	19,0	0,21
II.	10,3	2,6	0,9		3,0	0,10	87		107	23	3,5		0,22
III.	11,1	2,8	1,1		3,4	0,12	92		75	26	4,3		0,20
c) Kukoricacsalamádé (Mezőtúr)													
I.	11,3	4,2	2,0	2,1	3,1	0,14	176	34,8	31	12	7,1	8,0	0,89
II.	11,3	4,2	1,8		3,1	0,14	188		37	9	7,1		1,01
III.	11,3	4,4	1,9		3,4	0,12	164		25	11	6,9		0,72
d) Poa angustifolia (Mezőtúr)													
I.	10,0	3,8	2,4	1,6	2,7	0,47	77	24,2	22	16	5,8	6,4	0,91
II.	10,0	3,8	2,7		2,6	0,42	91		25	18	5,6		1,19
III.	10,4	4,0	2,3		3,0	0,63	74		21	17	6,5		0,68
e) Agrostis alba (Bokod)													
I.	10,7	3,2	1,0	3,2	3,4	0,11	115	723	159	27	4,7	21,4	0,22
II.	10,0	2,8	0,9		3,1	0,10	98		210	27	4,5		0,21
III.	10,9	3,5	1,1		3,6	0,12	141		160	33	4,8		0,27

I. = az összes kezelés és ismételtes átlaga

II. = a mikroelemes kezelések és ismételtesek átlaga

III. = az NPK + mikroelemes kezelések és ismételtesek átlaga

különbséget. Ezzel szemben a vas, a mangán és a cink a bokodi, a nátrium, a réz és a molibdén pedig a mezőtúri talajokon termelt növényfajokban volt nagyobb koncentrációjú. Ez a hatás nem csak az azonos (lucerna, angol perje) fajok, hanem az eltérő fajok mintái között is szignifikánsan ($P = 0,05$) megmutatkozott.

A talajhatások okát kutatva több alkalommal megelemeztek a talajokat (2. táblázat). Az elemzések szerint a mezőtúri és bokodi talajok összes foszfor-

2. táblázat

A kísérleti talajok „összes” és „mozgékony” tápanyag-tartalma

	K	Ca	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
	g/kg						mg/kg			
a) Mezőtúr, „összes”	5,1	12,5	0,32	6,3	0,58	19,3	464	52	29,1	0,17
b) Bokod, „összes”	2,0	6,2	0,32	2,8	0,16	11,9	353	26	10,8	0,18
c) Mezőtúr, „mozgékony”	0,19	5,8	0,10	1,6	0,37	0,28	166	3,9	5,1	
d) Bokod, „mozgékony”	0,15	2,6	0,11	0,3	0,04	0,13	98	5,9	3,5	

és molibdéntartalma közel azonos, míg az összes többi vizsgált elemből a mezőtúri talajok készlete volt nagyobb. Ez az előny a könnyen oldható tápanyagoknál csupán a kalcium-, a magnézium- és a nátriumtartalomban jelentkezik. Eddigi ismereteink alapján a növények ásványianyag-tartalmában észlelt különbségek közül a nátrium eltérő felvételét a talajok eltérő Na-tartalma okozza. Ezzel szemben a vas, a mangán, a cink valamint a molibdén eltérő felvételét elsősorban a talajok pH-jának, közvetve Ca-tartalmának a különbözősége okozza, nem pedig a talaj eltérő készlete ezekből az elemekből. A savanyú kémhatású bokodi talajokon a Fe, Mn, Zn, míg a lúgosabb kémhatású mezőtúri talajokon a Mo felvétele volt kedvezőbb, függetlenül ezeknek a talajban meglevő koncentrációjától. Ezen hatásokat hazánkban más talajtípusok és vadontermő növények összehasonlításakor már többször észlelték [2, 9, 14, 19].

Trágyázás hatása a növények ásványi összetételére

A kísérlet értékelésének többirányú lehetősége közül az egymagukban adott mikroelemek hatását hasonlítjuk össze a mikroelem + NPK hatással. Az összes vizsgált növényfaj adatait figyelembe véve az esetek többségében az NPK hatás a K-, Ca-, P-, Mg-tartalom szignifikáns növekedésében és a Mo-tartalom szignifikáns csökkenésében összegeezhető. A többi elem tekintetében talajonként és növényenként más hatásokat mérhettünk. Megjegyzendő, hogy NPK-trágyázás hatására mind Bokodon, mind Mezőtúron az angol perjében növekedett a legtöbb elem koncentrációja. Hasonló volt a bokodi fehér tippán viselkedése is. Az őszyep növényeivel szemben a lucerna Mezőtúron a magnézium és kalcium kivételével az összes vizsgált elemből kevesebbet tartalmazott az NPK-val kiegészített mikroelemtrágyázás hatására, mint az egyedül adott mikroelemek hatására.

Külön kell, megemlékeznünk a mikroelemtrágyázás hatására észlelt nehézfém dúsulásokról. Az észlelt kiugró értékeket a Dixon-féle próba alkalmazásával az 1. táblázat átlagértékeiből ugyan kihagytuk, de gyakorlati szempontból említést érdemelnek. Míg az adott Mn-kiegészítés hatására a növények Mntartalma nem szignifikáns módon csupán 43%-kal emelkedett, a megfelelő többi mikroelem-trágya a cinktartalmat 114, a réztartalmat 410 és a molib- déntartalmat 2,8%-kal emelte átlagosan. Az eltérő hatás oka az, hogy az adagolt mikroelemtrágyák mennyiségei a talaj mozgékony készletéhez képest a mangántól a molibdénig egyre nagyobbak voltak.

A kísérletek eredményeinek gyakorlati alkalmazhatósága

Növénytermelési vonatkozásban legjelentősebbnek tartjuk, hogy ismét megerősíthettük a mangán-molibdén arány növekedését a talaj kémhatásának savanyú irányba történő változásakor. A gazdasági szempontból oly fontos fehérjeprodukciónak természetesen és vadontermő növények esetében is fordítottan arányos a növényzet Mn/Mo arányával. A lucerna tekintetében TÖLGYESI a 100 körüli értéket tekinti határnak, melynél nagyobb Mn/Mo-hányados esetében már sikerrel kísérlelhető meg a Mo-trágyázás [13, 14]. Kísérleteinkben ennek megfelelően jelentős termésnövekedést tapasztaltunk a bokodi lucerna Mo-trágyázásának hatására [5].

Takarmányozási vonatkozásokban kísérleteink alapján az alábbi megállapításokat szükséges kiemelni, szem előtt tartva a kísérleti tényeken alapuló normákat [pl. 12, 17].

A Ca/P-arány a pázsitfűfajokban sokkal kedvezőbb, mint a lucernában. A természetes kaszálók területének visszaszorulásával a pillangósokra alapozott takarmányozásnál éppen a kalciumfelesleg miatt a legtöbb elemet az állati szervezet rosszabb hatásfokkal értékesíti. A takarmánybázisban nagyobb arányban kell szerepeltetni a szűkebb Ca/P-arányú egyszikű növényeket.

A szarvasmarha napi 15 kg szárazanyagfelvétel mellett legalább 30 gramm foszfort igényel. Így a takarmány foszforkoncentrációjának legalább 2 g P/kg értéket el kell érnie. Az általunk vizsgált bokodi angol perje és tarackos tippán jóval kevesebb foszfort tartalmaz. Ezek az adatok ismételt indokoltá teszik a természetes rétek és legelők intenzívebb, feltöltő jellegű foszfortrágyázását.

A nemzetközi irodalom megegyezően 1,5 gramm nátriumot ír elő szarvasmarhák takarmányának 1 kg szárazanyagára vonatkoztatva. Ezen normát a vizsgált 7 takarmány közül csak a mezőtúri lucerna éri el. Több esetben a megkívánt koncentrációnak a tizedét mértük. Országosan is hasonló a helyzet [14]. Indokoltnak látszik tehát szikesedésre nem hajlamos talajokon a nátrium-nitrát trágyázás újbóli bevezetése.

A vizsgált növények Mg-tartalma az állatok 2g/kg Mg-szükségletét bőven fedezi.

Mangántartalom szempontjából a bokodi gyepnövények kivételével az összes többi növény jóval a megkívánt 88 ppm Mn koncentráció alatt van. Durvaszemcsés ammóniumszulfát és primér ammóniumfoszfát nagy adagjaival, öntözés segítségét is igénybevéve némi emelkedést érhetünk el [16].

A bokodi pázsitfűvek réztartalma kifejezetten rézhiányos takarmányban (kisebb, mint 5 ppm) van. Könnyű talajainkon mindenképpen [14], nehezebb talajainkon pedig a nagyadagú nitrogéntrágyázás ellensúlyozására a réztrágyázás bevezetése bizonyára értékes segítséget jelentene.

Az állati szervezet rézanyagcseréjét elsősorban a takarmány molibdén-koncentrációja befolyásolja. A Cu/Mo arány értéke 10 felett kedvező, míg 5 alatti Cu/Mo-arány esetében a molibdén kiszorítja a szervezet réztartalékait és másodlagos rézhiány tünetei fejlődnek ki. Kísérleteinkben a mezőtúri takarmányok általában, de különösen a lucerna, rézkiegészítésre szorul. A molibdénrel trágyázott növények Mo-tartalma elérte a 25 ppm-et is (ezen adatok a Dixon próba alapján az átlagértékekben nem szerepelnek!), ezért a 6,0 pH feletti kémhatású talajokon a hektáronként adagolt ammóniummolibdtát mennyisége semmiesetre se haladja meg a 2 kg-ot. Toxikus mennyiségű Mo-

felvételt HARASZTI és TÖLGYESI a már idézett kísérletein kívül PEKÁRY és TÖLGYESI a folyamatban levő kísérleteikben olyankor is mértek, mikor a növény még kedvezően reagált a Mo-hatásra.

A cinktartalom szempontjából a mezőtúri takarmánynyok, különösen a kukoricacsalamádé bármely norma szerint is hiányosnak tekinthető. Mivel az alkalmazott cinktrágya mennyisége mintegy megduplázta a növény cink-koncentrációját, ilyen módon a takarmánynövény ezen elem tekintetében teljes értékűvé vált.

Összefoglalás

A szerzők két talajtípuson lucerna, kukoricacsalamádé és őszyep jelző-növényekkel NPK és mikroelem-trágyázás hatását vizsgálták a növények ásványianyag tartalmára vonatkozóan. A növényfajok különbözősége az egyszerűbbek nagyobb mangán- és kisebb kalcium- és réztartalmában nyilvánul meg. A takarmánynövények makroelem-koncentrációját a talaj tápanyag-készlete kevésbé befolyásolta, a mikroelemek tekintetében elsősorban pH-hatás érvényesült. A vas, a mangán és a cink a savanyúbb talajon, a molibdén pedig a lúgosabb talajon volt jobban felvehető. Az alkalmazott mikroelem-trágya adagokból a növények által felvett elem mennyiség a mangántartalmat alig, a molibdéntartalmat pedig igen nagy mértékben megváltoztatta. A mangán-trágya mennyisége ugyanis elhanyagolható volt a talaj mozgékony mangán-készletéhez képest, míg a molibdén-trágya a talaj felső rétegének molibdén-tartalmát jóval meghaladta.

Irodalom

- [1] DANON, J. & RADMIC, S.: Die Wirkung der Kunstdünger auf die Veränderung der botanischen Zusammensetzung, qualitative und quantitative Produktion der Pflanzemasse der Wiesen. (szerbül) Acta Veterinaria (Beograd). **13.** 27–34. 1963.
- [2] GYÓRI, D. & TÖLGYESI, Gy.: Vadontermő növények (*Trifolium repens*, *Galium mollugo*, *Achillea millefolium*) mikroelemtartalmát befolyásoló tényezők vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **17.** 77–90. 1968.
- [3] HAJTMAN, B.: Bevezetés a matematikai statisztikába. Akad. Kiadó. Budapest. 1968.
- [4] HARASZTI, E.: Komplex legelőtrágyázási kísérletek. A mikroelem-trágyák hatása a termés mennyiségére és összetételére. Növénytermelés. **15.** 265–284. 1966.
- [5] HARASZTI, E.: A mikroelem- és az NPK műtrágyázás hatása a lucerna, a kukoricacsalamádé és a legelő termésmennyiségére és a növények ásványi összetevőire. Tudomány és Mezőgazdaság. **8.** (6) 55–62. 1970.
- [6] HARASZTI, E. & TÖLGYESI, Gy.: Trace element supplementation of pastures. Acta Agron. Hung. **18.** 185–193. 1969.
- [7] KABATA-PENDIAS, A., GAJDA, J. & GALCIŃSKA, B.: Influence of potassium and phosphate fertilizers on the content of trace elements in grasses. (lengyelül) Pam. Pulawski. **22.** 231–243. 1966.
- [8] NIESCHLAG, F.: Versuche über den Einfluss einiger Spurenelemente auf die Leistung von Milchviehweiden. Landw. Forsch. **19.** 215–226. 1966.
- [9] SIMON, T. & TÖLGYESI, Gy.: Különböző termőhelyű *Potentilla arenaria* Borkh. populációk és talajaik makro- és mikroelemtartalmának összehasonlító vizsgálata. Bot. Közl. **55.** 267–272. 1968.
- [10] SMELTZER, G. G., LANGILLE, W. M. & MACLEAN, K. S.: Effects of some trace elements on grass and legume production in Nova Scotia. Canad. J. Plant Sci. **42.** 46–52. 1962.

- [11] SVÁB, J.: Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1967.
- [12] TÖLGYESI, GY.: A szilastakarmányok mikroelem-tartalma. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1965.
- [13] TÖLGYESI, GY.: A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1969.
- [14] TÖLGYESI, GY.: Néhány magyarországi talajtípus természetes növényzdtének sajátos mikroelem-felvétele. OMFB-témabeszámoló. Kézirat. Budapest. 1969.
- [15] TÖLGYESI, GY.: Új utakon a növényrendszertan. Természet világa. **102**, 155–159. 1971.
- [16] TÖLGYESI, GY.: Az ásványianyag-ellátás ellenőrzése a kiürülő anyagok koncentrációjának mérésével. Magyar Állatorvosok Lapja. Nyomás alatt.
- [17] TÖLGYESI, GY.: A szarvasmarha renális foszforürítése és kapcsolata a kalciumellátással. Magyar Állatorvosok Lapja. **26**, 89–91. 1971.
- [18] TÖLGYESI, GY. & HARASZTI, E.: Tapasztalatok a legelő mikroelem-trágyázása során. Növénytermelés. **15**, 7–14. 1966.
- [19] TÖLGYESI, GY., CSAPODY, I. & BENCZE, L.: Savanyú ösközeten és lajtmész alapközeten nőtt fás- és lágyszárú növények hamu összetevőinek vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **17**, 225–236. 1968.
- [20] TRUONG, N. V., ANDREW, C. S. & SKERMAN, P. J.: Responses by Siratro (*Phaseolus atropurpureus*) and white clover (*Trifolium repens*) to nutrients on solodic soils ad Beaudesert, Queensland. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. **7**, 232–236. 1967.

Érkezett: 1970. december 9.

Examination of External and Internal Factors Influencing the Mineral Composition of Fodder Plants

GY. TÖLGYESI and E. HARASZTI

Veterinary University, Budapest (Hungary)

Summary

Alfalfa, green maize, *Lolium perenne*, *Agrostis alba* and *Poa angustifolia* were grown on Hungarian chernozem (Mezőtúr) and forest soil (Bokod). 100 kg/ha nitrogen, 400 kg/ha P_2O_5 and 130 kg/ha K_2O fertilizers, containing 34 kg/ha N and 68 kg/ha P_2O_5 and 52 kg/ha K_2O respectively, were applied to alfalfa; while 340 kg/ha nitrogen, 340 kg/ha phosphorus and 145 kg/ha potassium fertilizers, containing 116 kg/ha N, 58 kg/ha P_2O_5 and 58 kg/ha K_2O , were applied to green maize and virgin grassland. Micro-element fertilizer doses were uniformly 6.8 kg/ha cobalt chloride, 6.8 kg/ha ammonium molybdate, 17 kg/ha zinc sulfate, 27.2 kg/ha manganese sulfate and 34 kg/ha copper sulfate. The experiment was carried out in block design, in four repetitions with 12 treatments on 57.6 m² plots. Plant samples were taken in full ripe stage and the chemical analysis was carried out by colorimetric and flame photometric methods. The contents of 10 plant components are given in substance with 7–8% moisture contents.

It has been confirmed by the experiments that the calcium and copper contents of dicotyledonous alfalfa surpass those of monocotyledons. Besides, alfalfa accumulates sodium and molybdate but monocotyledons take up characteristically more manganese. Within *Gramineae*, *Agrostis alba* always contains more manganese than *Lolium perenne* grown on the same soil.

The pH values of soils are of primary while the Ca contents of indirect influence. On calcareous soil the concentration of molybdenum, while on acid forest soil that of Fe, Mn and Zn is higher in the plants. The differences observed between the sodium and copper contents of the plants grown on the two soil types can be explained not by the pH but by the differing nutrient contents of the soils.

As to the effects of fertilizers, the NPK increased the K, Ca, P and Mg contents and reduced the Mo contents of plants, while their influence upon the other elements differed according to plant species. Micro-element fertilizers increased their own element concentration to such an extent that, on the basis of Dixon test, we left out their data

when calculating the means of Table 1. Due to the fertilization with micro-elements with the ions measured, there were in average by 43% more Mn, 114% more Zn, 410% more Cu and 2800% more Mo present in the test plants than in the case of any other treatment.

The different effects of the applied nutrients can be explained by the divergency in the amounts present in the added fertilizers and in the mobile nutrient supply of the soil in the given case. While the quantity of the applied manganese sulfate fertilizer was the same as that of the mobile manganese content of the soil, the dose of molybdenum fertilizer which means the maximum that can be practically applied surpassed several times the mobile Mo supply of the soil.

It is important for the plant production that the Mn/Mo ratio, being in connection with the protein yield, is disadvantageously higher in plants grown on forest soil. On the other hand, molybdenum fertilizing on slightly acid soils, although it eventually increases crop yield, is not suitable because it raises extremely the Mo uptake of the fodder plants.

From the viewpoint of foraging, the production of monocotyledons should be increased because of their more advantageous Ca/P ratio. In the interest of raising the nutrient contents of fodder plants to the international level, sodium on both soil types, while on forest soil only copper, and on chernozem soil only zinc should be applied as fertilizers. For increasing the manganese contents, application of fertilizers with acid reaction and irrigation could be tried.

Table 1. Average values of the mineral compositions of certain fodder plant species fertilized with NPK and micro-elements. Alfalfa (1) and *Lolium perenne* (b) grown on chernozem (Mezőtúr) and forest soils (Bokod). Green maize (c) and *Poa angustifolia* (d) grown on chernozem soil. (e) *Agrostis alba* grown on forest soil (Bokod). I. Average of the total and replicated treatments. II. Average of the micro-element treatments and replications. III. Average of the NPK + micro-element treatments and replications.

Table 2. Nutrient contents soluble in hot perchloric acid („total”), and soluble in 0,1 n HCl at room temperature („mobile”) in the soils examined. Total nutrient content of (a) chernozem and (b) forest soils. Mobile nutrient content of (c) chernozem and (d) forest soils of Mezőtúr and Bokod, resp.

Untersuchung der Mineralstoffzusammensetzung von Futterpflanzen in Abhängigkeit von inneren und äusseren Faktoren

GY. TÖLGYESI und E. HARASZTI

Universität für Tierheilkunde, Budapest (Ungarn)

Zusammenfassung

Luzerne, Grünmais, *Lolium perenne*, *Agrostis alba* und *Poa angustifolia* wurden auf Tschernosemboden in Mezőtúr und auf Waldboden in Bokod mit Mineraldüngern behandelt. Die Luzerne erhielt 100 kg/ha Stickstoffdünger (34% N), 400 kg/ha P-Dünger (17% P_2O_5) und 130 kg/ha K-Dünger (40% K_2O), der Grünmais und die Rasenpflanzen erhielten 340 kg/ha Stickstoffdünger, 340 kg/ha P- und 145 kg/ha K-Dünger mit denselben Wirkstoffgehalten. Die Menge der Mikronährstoffdünger war einheitlich: 6,8–6,8 kg/ha Kobaltchlorid und Ammoniummolybdat, 17 kg/ha Zinksulfat, 27,2 kg/ha Mangansulfat und 34 kg/ha Kupfersulfat. Der Versuch wurde in Blockanlage, in vierfacher Wiederholung, mit 12 Varianten auf Parzellen von 57,6 m² durchgeführt. Zur chemischen Analyse wurden die Proben in wirtschaftlicher Reife genommen und die Nährstoffe wurden mit Flammenphotometrie und Kolorimetrie bestimmt. Die 10 Mineralstoffkomponenten der Futterpflanzen wurden auf Stoffe mit 7–8% Wassergehalt berechnet.

Die Versuche unterstützen, dass der Ca- und Cu-Gehalt der zweikeimblättrigen Luzerne höher ist, als derjenige der eikeimblättrigen Pflanzen. Die Luzerne akkumuliert ausserdem noch Na und Mo. Charakteristisch für die eikeimblättrigen Pflanzen ist aber ihre höhere Mn-Aufnahme. Von den Graspflanzen enthält *Agrostis alba* immer mehr Mn, als das auf demselben Boden gewachsene *Lolium perenne*.

Von den Bodenfaktoren kommt in erster Reihe der pH-Wert und indirekt der Ca-Gehalt zur Geltung. Auf dem an Kalzium reicheren Tschernosemboden ist in den Futterpflanzen die Konzentration des Molybdäns, während auf dem saureren Waldboden diejenige des Eisens, Mangans und Zinkes grösser. Der auf den zwei Bodentypen beob-

achtete Unterschied zwischen den Na- und Cu-Gehalten der Pflanzen kann nicht mit den Abweichungen der pH-Werte, sondern mit dem verschiedenen Nährstoffvorrat der Böden erklärt werden.

Die NPK-Düngerwirkung steigerte den K-, Ca-, P- und Mg-Gehalt und verminderte den Mo-Gehalt in den Pflanzen. Auf die anderen Elemente übte die Düngung je nach Pflanzenart eine unterschiedliche Wirkung aus. Durch die Mikronährstoffdüngung stieg die Konzentration des betreffenden Elementes in solchem Masse an, dass diese Daten bei der Berechnung der Durchschnittswerte der Tab. 1. aufgrund der Dixon-Probe weggelassen wurden. Der Mn-Gehalt war nämlich in um durchschnittlich 43%, der Zn-Gehalt in um 114%, der Cu-Gehalt in um 410% und der Mo-Gehalt in um 2800% höheren Konzentrationen in den mit dem betreffenden Mikronährstoffdünger behandelten Versuchspflanzen zugegen, als in den übrigen Varianten. Der Unterschied in der Wirkung der einzelnen Elemente kann mit derjenigen Differenz erklärt werden, die zwischen der Grösse der Düngergabe und dem mobilen Nährstoffvorrat des Bodens im gegebenen Fall bestand. Während die Mn-Düngergabe mit dem mobilen Mn-Vorrat des Bodens in die gleiche Grössenordnung fiel, lag die in der Praxis maximal anwendbare Mo-Düngergabe eine Grössenordnung höher, als der mobile Mo-Gehalt des Bodens.

Es ist für die Pflanzenproduktion von Wichtigkeit, dass das mit der Eiweissproduktion im Zusammenhang stehende Mn/Mo-Verhältnis in den auf dem Waldboden gewachsenen Pflanzen unvorteilhaft erhöht ist. Andererseits mag zwar der auf schwach saueren Boden gegebene Mo-Dünger den Ertrag steigern, kann aber die Pflanzen wegen ihrer übertriebenen Mo-Aufnahme zur Fütterung ungeeignet gestalten.

Von Standpunkt der Fütterung aus muss — wegen dem vorteilhafteren Ca/P-Verhältnis — die Produktion der einkieblättrigen Futterpflanzen angestrebt werden. Damit der Nährstoffgehalt der Futterpflanzen auf das Niveau der internationalen Normen erhoben werden kann, kann die Anwendung von Na-Düngern auf beiden Bodentypen, auf Waldböden in erster Reihe diejenige des Cu-Düngers und auf Tschernosemböden diejenige des Zn-Düngers vorteilhaft sein. Die Steigerung des Mn-Gehaltes kann mit Hilfe von sauer wirkenden Düngern und Bewässerung versucht werden.

Tab. 1. Durchschnittswerte des Mineralstoffgehaltes der Futterpflanzen in den NPK- und Mikronährstoffdüngungsversuchen. a) Luzerne in Mezótúr und Bokod, b) *Lolium perenne* in Mezótúr und Bokod, c) Grünmais in Mezótúr, d) *Poa angustifolia* in Mezótúr, e) *Agrostis alba* in Bokod. I. Durchschnittswerte aller Varianten und Wiederholungen. II. Durchschnittswerte der Behandlungen und Wiederholungen der Mikronährstoffdüngung. III. Durchschnittswerte der Varianten und Wiederholungen der NPK- und Mikronährstoffdüngung.

Tab. 2. „Gesamter“ (in heisser Perchlorsäure löslicher) und „mobiler“ (bei Zimmertemperatur in 0,1 N HCl löslicher) Nährstoffgehalt der Versuchsböden. a) „Gesamter“ Nährstoffgehalt, Mezótúr. b) „Gesamter“ Nährstoffgehalt, Bokod. c) „Mobiler“ Nährstoffgehalt, Mezótúr. d) „Mobiler“ Nährstoffgehalt, Bokod.

Изучение внутренних и внешних факторов, влияющих на минеральный состав кормовых трав

ДЬ. ТЁЛЬДЕШИ и Э. ХАРАСТИ

Ветеринарный Университет, Будапешт (Венгрия)

Резюме

Авторы в Мезёгуре на черноземных почвах, в Бокоте на лесных почвах заложили опыты по внесению минеральных удобрений под люцерну, силосную кукурузу, *Lolium perenne*, *Agrostis alba* и *Poa angustifolia*. Под люцерну вносили 100 кг/га 34% азотного удобрения, 400 кг/га 17% фосфорного удобрения и 130 кг/га 40% калийного удобрения, под силосную кукурузу и травы 340 кг/га азотных, 340 кг/га фосфорных и 145 кг/га калийных удобрений, содержащих такое же количество действующих начал. Микроэлементы вносились в количестве 6,8—6,8 кг/га хлористого кобальта и молибдната аммония, 17 кг/га сернокислого цинка, 27,2 кг/га сернокислого марганца и 34 кг/га сернокислой меди. Опыт был заложен по системе блоков, в 4-х повторностях в 12 вариантах на делянках площадью в 57,6 м². Образцы на химический анализ брались в состоянии

производительности спелости и анализировались колориметрическими и фотометрическими методами. В кормах определяли содержание десяти минеральных компонентов и количество их выражали в пересчете на вещество, содержащее 7—8% влаги.

Опыты подтвердили, что двудольная люцерна больше усваивает кальция и меди, чем однодольные растения. Кроме того люцерна больше аккумулировала ионов натрия и молибдена. Однодольные растения, наоборот, усваивали больше марганца. Среди дерновых трав *Agrostis alba* содержала больше марганца по сравнению с *Lolium perenne* выращенной на той же почве.

Из свойств почвы, в первую очередь, прямое влияние проявляет реакция среды (рН) и косвенное — содержание CaCO_3 в почве. В кормовых травах на богатых кальцием черноземах наблюдалась повышенная концентрация молибдена, на более кислых лесных почвах в растениях отмечали более высокое содержание железа, марганца и цинка. Разницы в усвоении растениями ионов натрия и кальция на двух различных почвах объясняется не различиями реакции среды, а разным содержанием в них питательных элементов.

Под влиянием внесения NPK минеральных удобрений в растениях увеличивается содержание калия, кальция, фосфора и магния, содержащее молибдена в растениях снижается. На содержание прочих элементов внесение NPK-минеральных удобрений оказывало различное влияние.

Внесение микроэлементов до такой степени повысило концентрацию этих элементов, что они не учитывались при расчетах средних величин на основе пробы Dixon при-водимых в таблице 1.

Концентрация марганца в подопытных растениях в среднем была на 43%, цинка на 114%, меди на 410%, молибдена на 2800% выше под влиянием внесения микроудобрений, по сравнению с другими вариантами опыта. Различная эффективность отдельных микроэлементов объясняется той разницей, которая наблюдалась в данном случае между дозой вносимых минеральных удобрений и содержанием подвижных элементов в почве. Если дозы внесения сернокислого марганца по размерности совпадают с содержанием легкоподвижного марганца в почве, то максимальное количество вносимого молибдена по размерности превышает содержание легкоподвижного молибдена в почве.

Для растениеводства очень важен тот факт, что соотношение марганец/молибден, связанное с продуцированием белков, в растениях, выращиваемых на лесных почвах неблагоприятно-высокое. Молибден, вносимый на слабо кислых почвах, может является фактором повышающим урожайность, но из-за высокого содержания молибдена в растениях они не пригодны на корм скоту.

С точки зрения кормовой ценности лучше выращивать однодольные травы из-за благоприятного соотношения в них Ca/P . Для улучшения состава кормовых трав, соответствующего международному уровню, необходимо вносить Na-удобрения на обоих почвах, на лесных почвах, в первую очередь медь, на черноземах — цинк. Применяя кислые минеральные удобрения и проводя орошение можно увеличить в растениях содержание марганца.

Табл. 1. Средние величины содержания минеральных веществ в отдельных видах растений в опытах по внесению NPK-минеральных удобрений и микроэлементов. а) Люцерна в Мезётуре и Бокоде. б) *Lolium perenne* в Мезётуре и Бокоде. в) Кукуруза силосная в Мезётуре. г) *Poa agustifolia* в Мезётуре. е) *Agrostis alba* в Бокоде.

I. Среднее из всех вариантов и повторностей. II. Среднее из вариантов и повторностей по внесению NPK-минеральных удобрений + микроэлементы.

Табл. 2. Содержание питательных элементов в подопытных почвах растворимых в горячей перхлорной кислоте («общее количество») и в 0,1 н. соляной кислоте при комнатной температуре («подвижные»). а) Общее количество питательных веществ, Мезётур. б) Общее количество питательных веществ, Бокод. в) Количество подвижных питательных элементов, Бокод.